

ÉTUDE DE LA FATIGUE  
SURVENANT  
AU COURS D'ÉPREUVES PHYSIQUES  
DE LONGUE DURÉE  
(Danse)

---

**THÈSE**

PRÉSENTÉE

à la FACULTÉ de MÉDECINE et de PHARMACIE de LYON

*et soutenue publiquement le 2 Décembre 1926*

**POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE**

PAR

**Léon CANDILLE**

*Elève de l'Ecole du Service de Santé Militaire*

Né à CODALET (Pyrénées-Orientales), le 26 Mai 1902



LYON

Imprimerie BOSC Frères & RIOU

42, Quai Gailleton, 42

—  
1926



ÉTUDE DE LA FATIGUE  
SURVENANT AU COURS D'ÉPREUVES PHYSIQUES  
DE LONGUE DURÉE (Danse)



Digitized by the Internet Archive  
in 2026

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année Scolaire 1926-1927 N° 32

---

**ÉTUDE DE LA FATIGUE  
SURVENANT  
AU COURS D'ÉPREUVES PHYSIQUES  
DE LONGUE DURÉE  
(Danse)**

---

**THÈSE**

PRÉSENTÉE

à la FACULTÉ de MÉDECINE et de PHARMACIE de LYON

*et soutenue publiquement le 2 Décembre 1926*

**POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE**

PAR

**Léon CANDILLE**

*Elève de l'Ecole du Service de Santé Militaire*

Né à CODALET (Pyrénées-Orientales), le 26 Mai 1902



LYON

Imprimerie BOSC Frères & RIOU

42, Quai Gailleton, 42

---

1926

# PERSONNEL DE LA FACULTÉ

Doyen honoraire ..... M. H. HUGOUNENQ.  
Doyen ..... M. J. LEPINE.  
Assesseur ..... M. ROLLET.

## PROFESSEURS HONORAIRES

MM. AUGAGNEUR, CAZENEUVE, FLORENCE (A.), ROQUE

## PROFESSEURS

|                                                           |                |
|-----------------------------------------------------------|----------------|
| Cliniques médicales .....                                 | MM. BARD       |
| Cliniques chirurgicales .....                             | PIC            |
| Clinique obstétricale et Accouchements .....              | TIXIER         |
| Clinique ophtalmologique .....                            | BERARD         |
| Clinique des maladies cutanées et syphilitiques .....     | X.             |
| Clinique neurologique et psychiatrique .....              | ROLLET         |
| Clinique des maladies des enfants .....                   | NICOLAS        |
| Clinique des maladies des femmes .....                    | LEPINE (J.)    |
| Clinique d'oto-rhino-laryngologie .....                   | MOURIQUAND     |
| Clinique des maladies des voies urinaires .....           | VILLARD        |
| Clinique chirurgicale, infantile et orthopédie .....      | LANNOIS        |
| Physique biologique, Radiologie et Physiothérapie .....   | ROCHET         |
| Chimie biologique et médicale .....                       | NOVE-JOSSERAND |
| Chimie organique et Toxicologie .....                     | CLUZET         |
| Matière médicale et Botanique .....                       | HUGOUNENQ      |
| Parasitologie et Histoire naturelle médicale .....        | MOREL          |
| Anatomie .....                                            | BRETIN         |
| Histologie .....                                          | GUIART         |
| Physiologie .....                                         | LATARJET       |
| Pathologie interne .....                                  | POLICARD       |
| Pathologie et Thérapeutiques générales .....              | DOYON          |
| Anatomie pathologique .....                               | COLLET         |
| Chirurgie opératoire .....                                | CADE           |
| Médecine expérimentale et comparée et bactériologie ..... | PAVIOT         |
| Médecine légale .....                                     | PATEL          |
| Hygiène .....                                             | ARLOING (F.)   |
| Thérapeutique, hydrologie et climatologie .....           | ETIENNE-MARTIN |
| Pharmacie, .....                                          | COURMONT (P.)  |
|                                                           | X.             |
|                                                           | LEULIER        |

## PROFESSEURS TITULAIRES SANS CHAIRE

|                                               |            |
|-----------------------------------------------|------------|
| Chargé d'un cours de Pathologie externe ..... | MM. VALLAS |
| — — Propédeutique de gynécologie .....        | CONDAMIN   |
| — — Chimie minérale .....                     | BARRAL     |
| — — Urologie .....                            | GAYET      |

## CHARGES DE COURS COMPLEMENTAIRES

|                                                      |                     |
|------------------------------------------------------|---------------------|
| Anatomie topographique .....                         | MM. THEVENOT (Léon) |
| Puériculture et hygiène de la première enfance ..... | RHENTER.            |
| Chirurgie expérimentale .....                        | TAVERNIER.          |
| Stomatologie .....                                   | TELLIER             |

## AGREGES

|               |              |                  |
|---------------|--------------|------------------|
| MM.           | MM.          | MM.              |
| GARIN         | CORDIER (V.) | SANTY            |
| TRILLAT       | ROUBIER      | DUNET            |
| SARVONAT      | FAVRE        | CHALIER (André)  |
| FLORENCE (G.) | BONNET       | CHALIER (Joseph) |
| ROCHAIX       | RHENTER      | NOEL             |
|               | MAZEL        |                  |

M. BAYLE, secrétaire.

## EXAMINATEURS DE LA THESE

MM. LATARJET, président ; CORDIER, assesseur  
FLORENCE et GABRIELLE, agrégés.

*La Faculté de Médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation*



A LA MÉMOIRE DE MES CHERS DISPARUS

A MA GRAND-MÈRE

A MON PÈRE ET A MA MÈRE,

Pour nous, ils ont toujours été  
l'exemple du travail et du devoir.

Qu'ils trouvent ici l'expression de  
notre tendresse filiale et de notre im-  
mense gratitude.

A MES FRÈRES RENE ET YVAN

A MA SŒUR ET A MON BEAU-FRÈRE

A MON ONCLE LÉON BONNAIL,

Nous n'oublierons jamais sa bonté  
pour nous.

A MON ONCLE B. CANDILLE

MEIS ET AMICIS

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE,  
MONSIEUR LE PROFESSEUR LATARJET,  
*Professeur d'Anatomie à la Faculté de Médecine de Lyon,  
Officier de la Légion d'honneur.*

Il nous a inspiré le sujet de ce travail. Il ne nous a ménagé ni son temps, ni ses conseils. Nous le remercions de la bienveillance qu'il nous a témoignée et le prions de croire à toute notre gratitude.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR-AGRÉGÉ FLORENCE,  
*Professeur de Chimie biologique et de Toxicologie  
à la Faculté de Médecine de Lyon,*

Nous lui devons des conseils précieux pour tout ce qui touche à la partie « Chimie Biologique » de notre thèse. Nous avons su apprécier sa grande bienveillance envers nous et nous le remercions très sincèrement.

A MES JUGES

A MES PREMIERS MAÎTRES :  
LES MÉDECINS DE LA MARINE DE TOULON

A MES MAÎTRES DES FACULTÉS DE PARIS, DE LYON  
ET DE L'ÉCOLE DU SERVICE DE SANTÉ MILITAIRE

ÉTUDE DE LA FATIGUE  
SURVENANT AU COURS D'ÉPREUVES PHYSIQUES  
DE LONGUE DURÉE (Danse)

---

**INTRODUCTION**

---

Notre thèse inaugurale n'a pas la prétention d'éclairer d'une lueur nouvelle la question de la « fatigue » si controversée, si peu connue dans sa genèse et dans ses manifestations extérieures. Notre but est de publier les observations que nous avons pu faire au cours d'une épreuve de fatigue de longue durée.

Le 15 avril 1926, à Lyon, dans la salle du Coliséum, s'ouvrait un concours de danse pour le record mondial de la durée. Il mettait aux prises les danseur A. I. et V. F., Italiens; J. L., sujet espagnol, et C. N., Français, champion incontesté de l'épreuve, puisqu'il dansa 24 heures de plus que ses concurrents.

Les conditions du Concours étaient telles que les danseurs avaient droit à 3 minutes de repos par heure de danse, avec possibilité de cumuler les temps de repos à leur gré. Nous pratiquions nos examens deux fois par jour, à 8 heures et à 21 heures.

L'alimentation se faisait en cours d'épreuve. Les temps nécessaires au besoin d'élimination étaient pris sur les temps de repos.

Dans ces conditions pénibles, les prodigieux concurrents ont « tenu le ring » :

L'Espagnol J. L.: 40 heures ;

L'Italienne A. I.: 101 heures ;

L'Italien V. F.: 124 heures;

Le Français C. N.: Champion, 147 heures.

M. le Professeur Latarjet avait pu obtenir des compétiteurs qu'ils se soumettraient à notre examen. Mais, bien entendu, l'observation ne saurait être complète. Ainsi la tension artérielle n'a pu être prise qu'une fois par jour, le pouls 2 fois seulement.

Nous n'avons pu faire sur le sang les recherches que nous aurions souhaité faire. On comprend, en effet, que les sujets, au cours d'une épreuve semblable, se soucient fort peu de donner un peu d'eux-mêmes dans un but dont ils voient mal l'intérêt.

Néanmoins, nos observations ont porté sur les éléments suivants :

1° La musique et son rôle dans la résistance à la fatigue ;

2° Tension artérielle et pouls ;

3° Température ;

4° Urines ;

5° Métabolisme basal ;

6° Observations sur la taille, le poids, la réflectivité, le tremblement, les troubles mentaux.

Nous devons, dans un tel exposé, et avant que d'entrer au cœur du sujet, faire quelques remarques sur la danse et sa valeur en tant qu'exercice physique.

« La danse, chez les peuples civilisés, consiste dans les mouvements cadencés du corps et dans un ensemble symétrique de gestes et de pas, d'attitudes réglées par la voix ou les instruments. »

Telle est la définition qu'en donne l'Encyclopédie. Elle semble correspondre mieux à la danse des Marquis Bergers et des Marquises Bergères sur les pelouses vertes de quelque Trianon qu'à nos danses ultra-modernes.

Elle évoque l'idée des menuets qu'on dansait à la Cour du Grand Roi. La révérence y tient une grande part, les gestes sont lents et gracieux, les pas compliqués, le tout rythmé par la musique magique des menuets de Lully.

La danse actuelle, d'importation anglo-saxonne, a à peu près supprimé le geste, le saut, la rotation.

La valse allemande, où l'on tourne, la polka hongroise où l'on saute, s'effacent devant les « one step », « two-step », « fox-trot ». Les noms mêmes de ces danses indiquent bien qu'il s'agit d'une marche entrecoupée de temps en temps par des changements de pas ou par une rotation isolée. La partie supérieure du tronc reste immobile.

C'est pourquoi, *grosso modo*, mais sans prétention scientifique aucune, nous considérons la danse au cours de cette épreuve, comme une marche rythmée par une musique à rythme assez lent, pour que nous puissions classer la danse actuelle comme un exercice de fond à la manière dont l'entend Lagrange.

C'est-à-dire, telle « que, les efforts étant suffisamment espacés, il y a fractionnement du travail. A au-

cun moment la dose d'exercice subie par l'organisme ne dépasse la mesure de la résistance. »

Quoi qu'il en soit, se sont surtout, d'une part, les résultats par nous consignés et, d'autre part, les remarques qu'ils nous ont suggérés, qui feront l'objet de ce travail.

Qu'il nous soit permis d'offrir ici à M. le Professeur Latarjet, qui a bien voulu accepter la présidence de notre thèse et qui nous en a inspiré le sujet, nos remerciements très respectueux. Il a droit à toute notre gratitude.

Nous remercions très vivement M. le Professeur agrégé Florence, qui a bien voulu se charger de la partie analyse chimique de notre travail.

Nous sommes loin d'oublier notre ami, le Docteur Ceccaldi, moniteur de clinique dans le service du Professeur Roques, qui, avec un dévouement dont nous lui saurons gré, nous a donné des conseils précieux dans la question complexe du Métabolisme de base.

---

## CHAPITRE PREMIER

---

### Du rôle de la Musique dans la Résistance à la Fatigue et au Sommeil

---

Lorsque nous eûmes connaissance des dispositions du Concours, de ses conditions particulièrement pénibles, nous étions, certes, à mille lieues de supposer que cette épreuve se poursuivrait aussi longtemps. Nous pensions fermement qu'au bout de trois jours au grand maximum, surviendraient, dans l'organisme, des troubles tels que les danseurs seraient contraints d'abandonner. Et notre étonnement allait croissant au fur et à mesure que l'épreuve se poursuivait. Tous les matins, reposé par un sommeil réparateur, nous retournions voir « s'ils tenaient encore ». Les danseurs tournaient inlassablement aux sons aigres des phonographes. Quelle puissance particulière animait ces hommes ? A quel entraînement prodigieux avaient-ils dû se livrer pour résister à tant de fatigue accumulée ?

Cependant, l'un d'eux, Nicolas, le vainqueur, réalisait le type de l'homme légèrement obèse, exerçant

une profession quasi sédentaire (épicier), ne se livrait qu'à un entraînement modéré. Alors, il fallait admettre, et nous le fîmes, que l'organisme humain est doué d'une force, d'une endurance qui étonne.

Citerons-nous l'exemple fameux du coureur de Marathon, qui vint jusqu'à Athènes annoncer la victoire aux Magistrats.

Les écrivains anciens parlaient aussi de Lasthène le Thébain, qui vainquit un cheval à la course; de Polymnestre qui forçait un lièvre, de Philomède le coureur d'Alexandre qui allait en 9 heures de Sy-cyone à Elis, soit 222 kilomètres.

On dit encore que les Perses, ayant souillé le feu nécessaire aux sacrifices, Euchidas de Platé courut pour en apporter la nouvelle pendant mille stades.

Etienne Martin cite ce fait lu dans Coursart, d'un Courrier de Cabinet, porteur de messages importants et qui vint à cheval de Saint-Pétersbourg à Paris, sans autre arrêt que ceux des relais. Il mourut, du reste, à son arrivée à Paris d'une rupture au cœur. Les exemples seraient multiples de cette résistance du corps, souvent insoupçonnée d'ailleurs.

Dans l'exemple que nous avons eu sous les yeux, il nous a paru que la musique est intervenue pour une bonne part dans la résistance à la fatigue et au sommeil. Nous avons remarqué que, lorsque la musique cessait pendant quelques instants, les danseurs paraissaient las et épuisés, et qu'au contraire, ils retrouvaient leur entrain lorsque éclataient les premiers sons.

Et ceci nous rappelle une scène dont nous avons

été le témoin au cours de nombreux séjours dans le Sud Marocain, nous avons pu observer les rites de la secte des Aïssaouas. Cette Confrérie religieuse musulmane fut fondée il y a plus de 300 ans, par le Marabout Sidi Mohamed Ibn Aïssa. Dans leurs réunions fréquentes, les Aïssaouas s'insensibilisent progressivement par une danse sur place, réglée par une musique, d'abord lente et douce, puis qui croît en intensité et en rapidité, se déchaîne bientôt et finit par atteindre une violence inouïe. L'adepte danse et tourne éperduement, atteignant parfois le paroxysme de la fureur ou une insensibilité surprenante. Dans un cas, nous avons vu, la musique cessant brusquement, l'adepte de Sidi Mohamed Ibn Aïssa tomber sur place comme foudroyé.

La musique a, d'ailleurs, été de tous temps employée par les armées pour stimuler l'énergie et le courage des soldats. Même chez les peuplades sauvages du centre de l'Afrique, les hommes vont en guerre aux coups rythmés des tam-tam, instruments grossiers qui rendent des sons monotones.

Regardez se traîner sur une route un bataillon épuisé. Traverse-t-il un village ou une ville, les clairons sonnent, les tambours roulent, l'allure des hommes redevient martiale. Il semble que toute cette fatigue qu'ils traînaient comme un fardeau, se soit envolée.

Peut-être la musique agit-elle comme un excitant direct des centres supérieurs. Peut-être, et cela nous le croyons volontiers, est-elle susceptible de masquer la sensation de fatigue comme peuvent le faire les émotions fortes ou les passions violentes. Nous disons

bien sensation, car il est entendu que la musique ne saurait modifier la fatigue profonde, vraie, due « à un trouble dans l'activité des éléments anatomiques causé par un fonctionnement exagéré, au point que la réparation y est momentanément impossible. » (Cariou.)

Mais il est indéniable qu'il existe, en outre, un réflexe dont le point de départ se trouve dans les sensations produites sur l'oreille par les sons convenablement agencés, réflexe qui aboutit au déplacement des jambes. Tout le monde a observé qu'il existe des airs plus ou moins « dansants », dirons-nous, pour rendre mieux notre pensée.

Enfin, la musique engendre le rythme; or, il est avéré que la régularité persistante dans les mouvements tend à rendre le travail automatique, c'est-à-dire sans contrôle cérébral.

Lagrange, dans son remarquable traité de la physiologie des exercices du corps dit : « Les muscles obéissent à une série d'actes réflexes dont le point de départ se trame dans les sensations qui accompagnent l'appui et le lever du pied. »

Donc, la régularité, à condition bien entendu que l'exécutant ait l'habitude parfaite de l'exercice et aussi que l'effort musculaire soit modéré, entraîne l'automatisme.

La musique agit donc d'une façon très complexe, les différents modes d'action s'ajoutent ou se conjuguent pour annihiler presque complètement le rôle de contrôle du cerveau, ce qui nous permet de dire que le travail que nous avons observé et ses manifestations saisissables sont dus presque exclusivement à un travail musculaire.

Du reste, nous avons été frappé par l'allure étrange d'automates des danseurs dès le deuxième jour. Nous avons eu, de suite, présente à l'esprit l'idée que les mouvements des jambes s'accomplissaient en dehors de tout contrôle cérébral.

Ces quelques considérations sur la fatigue et la musique ne nous paraissaient pas inutiles, car nous croyons que, sans musique — c'est-à-dire sans rythme — il eût été impossible à ces danseurs de résister durant une semaine entière à la fatigue et au sommeil.

---



## CHAPITRE II

---

### **De la Tension artérielle, du Pouls et de leurs variations au cours de l'épreuve**

---

Nous nous proposons d'étudier dans ce chapitre :

1° Les variations de la tension artérielle au cours du travail musculaire avant l'apparition de la fatigue et les variations du pouls dans les mêmes circonstances, puis lorsque la fatigue intervient ;

2° Nous donnerons les résultats que nous avons consignés.

#### ***1° Variations de la tension artérielle au cours du travail musculaire avant l'apparition de la fatigue et après***

Un grand nombre de causes physiologiques ou pathologiques sont susceptibles de faire varier le pouls et la tension artérielle. Mais c'est surtout au cours du travail musculaire, de l'effort statique ou dynamique que ces variations sont accentuées. Il est actuellement

classique, après les travaux de nombreux auteurs et en particulier du Professeur Pachon, d'admettre que, dans le travail musculaire, la tension artérielle s'élève au début du travail, cesse de croître, puis redescend lorsque la fatigue, faisant suite à un travail prolongé, survient. C'est là, du moins, ce qu'on observe grossièrement par la mesure à intervalles plus ou moins rapprochés de la tension artérielle. Mais les variations intermédiaires aux mesures, pour être de courte durée, n'en sont peut-être pas moins importantes, et, cependant, par ce procédé elles nous échappent.

C'est pourquoi, depuis longtemps, les physiologistes qui se sont occupés de la question ont cherché à employer la méthode graphique qui est seule capable de rendre apparente les variations de la tension artérielle.

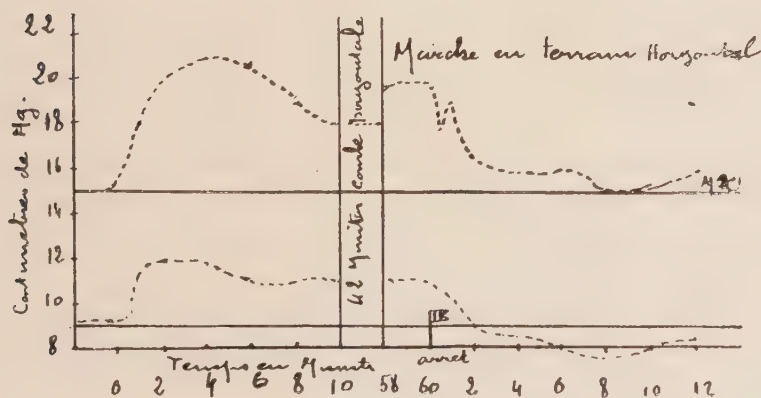
Le problème est déjà malaisé chez des sujets au repos, il devient difficile chez ceux qui sont soumis à un effort statique et il paraissait impossible, au cours de l'effort dynamique : marche ou course en particulier. Si bien que le Professeur Benedict de Carnégie, Institution de Washington, avançait, en 1922, « que la chose lui semblait impossible à l'heure actuelle ». Nous avons lu attentivement la thèse d'agrégation de M. Chaillez-Bert, « la Pression artérielle et ses modifications au cours du travail et de l'effort. Inscription continue de la pression artérielle », et il nous a paru que l'impossible était devenu possible.

Un des points importants du problème à résoudre

était d'obtenir, l'appareil inscripteur étant fixe, la fixité du sujet par rapport à lui. La marche sur place a été réalisée grâce au tapis roulant installé dans le laboratoire du Professeur Langlois. L'appareil enregistreur est la capsule oscillographique du Professeur Pachon.

Pour une marche d'une heure, les résultats obtenus à l'aide de cette méthode sont représentés par la courbe ci-dessous, qui indique simultanément les variations de la maxima et de la minima. Mieux que toute description, cette double courbe montre comment les deux tensions varient, comment elles varient l'une par rapport à l'autre. Cependant, nous ferons remarquer que la tension différentielle est augmentée pendant la durée de l'exercice. Ce qui frappe également avec une netteté particulière, ce sont les variations importantes de la Mx et de la Mn après l'arrêt.

La tension différentielle, après l'arrêt, est encore augmentée et diminue progressivement pour atteindre, au bout d'un temps plus ou moins long la valeur normale.



Mais nous avons sous les yeux la courbe des variations de tension au cours d'une épreuve d'une heure, c'est-à-dire sans intervention de la fatigue.

Examinons ce qui se passe au cours d'une épreuve de marche de 24 heures par exemple.

Il va sans dire que, pendant la première heure, l'allure de la courbe sera la même que pour la courbe précédente avant l'arrêt. Puis, lorsque la fatigue s'installe la Mx descend plus rapidement et continue à le faire après l'arrêt, pendant un temps beaucoup plus long que précédemment.

La Mn suit une marche à peu près parallèle, mais descend un peu moins vite, de telle sorte que la tension différentielle diminue quand la fatigue survient et même après l'arrêt, ce qui explique qu'on voit arriver des accidents syncopaux ou de défaillance cardio-vasculaire assez longtemps après l'épreuve, alors que celle-ci a été elle-même assez bien supportée. Il semble que l'augmentation de la T. D. puisse servir d'indice de résistance à la fatigue.

Elle peut, par sa diminution, indiquer une fatigue intense qui mettra fin à l'épreuve.

Mais les variations de la T. A. sont modifiées :

a) Par l'entraînement, et à cet égard, le Professeur Pachon, dans un compte rendu à la Société de Biologie (21 mai 1910, page 869), établissait une différence nette entre les sujets :

1° Non entraînés, où l'on assiste à une baisse de la Mx et de la Mn, presque au début de l'épreuve;

2° Insuffisamment entraînés, où, après une ascension primitive et un plateau d'oscillations de champ

variable avec le degré d'entraînement, les tensions font une chute qui traduit l'épuisement du myocarde;

3° Entraînés chez lesquels « les éléments de variation sont moindres », où le champ d'oscillations, une fois établi, peut rester remarquablement fixe pour décroître beaucoup plus tard.

Le retour à la normale après arrêt est rapide.

b) Avec la nature de l'exercice : Mme Houdré, dans une communication à la *Vie Médicale* (Quelques recherches sur la P. A. au cours de l'exercice) classe les exercices en :

Exercice de fond;

Exercice de force;

Exercice de vitesse;

Nous avons considéré la danse comme un exercice de fond.

### LE POULS.

Dans un travail musculaire sans fatigue, la courbe du pouls est parallèle à celle de la T. A. Mais quand la fatigue survient, elles se séparent : celle du pouls continuant à croître, celle de la T. A. s'abaissant; et c'est cette dissociation qui constitue un des critères importants de la grande fatigue.

L'étude isolée du pouls n'a aucune valeur pour juger de la valeur fonctionnelle d'un sujet, si bien que Pachon a attiré l'attention sur la nécessité d'examiner en même temps les deux facteurs (Compte Rendu à la Société de Biologie, 28 mai 1910).

## **2<sup>o</sup> Résultats de notre observation**

Nous allons donner les résultats de notre observation, en faisant remarquer que, vu les conditions dans lesquelles nous nous trouvons, nous n'avons pu prendre la tension artérielle qu'une fois par 24 heures, le soir à 21 heures, et que nos chiffres ne signifieraient rien si l'épreuve n'était pas d'une durée exceptionnelle. Nous nous sommes servi de l'appareil de Galavardin.

Le pouls a été pris 2 fois par 24 heures, à 8 heures et à 21 heures.

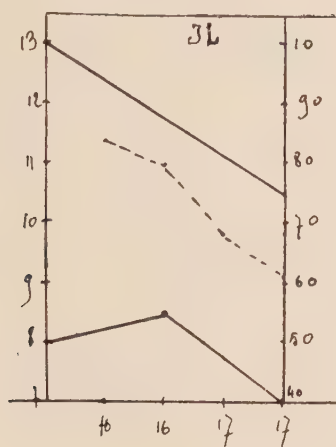
### **OBSERVATION I**

J. L..., âgé de 25 ans, né à Las Palmas (Canaries). Ce sujet avait fait, il y a quelques années — cinq ans — un entraînement sportif intensif.

Le sujet est bien proportionné, type de boxeur. Cœur strictement normal. La tension artérielle est de 13,5/8, le pouls est à 70. Durée de l'épreuve : 50 h. 30 m.

Nous sommes frappé, en examinant la courbe ci-dessous dont les traits pleins représentent la tension artérielle et les pointillés le pouls, de voir la chute rapide de la Maxima. La Minima, après une ascension légère, redescend. La courbe du pouls descend parallèlement aux tensions. Sur la considération des signes objectifs de fatigue, de la chute de la T. A., de la faiblesse du pouls, de l'absence d'urine depuis le début de l'épreuve. M, le Professeur Latarjet avait posé un pronostic d'abandon. En effet, bientôt le sujet donne l'impression d'un homme complètement épuisé, anhéant, à faciès terreux, traits tirés, lèvres cyanosées. L'auscultation du cœur révèle une tendance à l'embryocardie.

L... abandonne à la cinquantième heure, sans syncope à proprement parler, mais avec une défaillance marquée. On est obligé de l'étendre et ses efforts pour se relever



demeurent vains. Il s'est comporté comme un sujet non entraîné, le cœur n'ayant pu supporter le surcroît d'effort qui lui a été demandé.

## OBSERVATION II

A. I..., âgée de 19 ans, Italienne, appartenant à une famille de 15 enfants, dont 9 morts en bas âge.

Cœur strictement normal. T. A. : 13/8. Pouls régulier à 70. Excellente conformation physique. Elle n'a pas d'autre entraînement que celui de la danse, pratiquée très souvent.

Temps de danse : 101 heures.

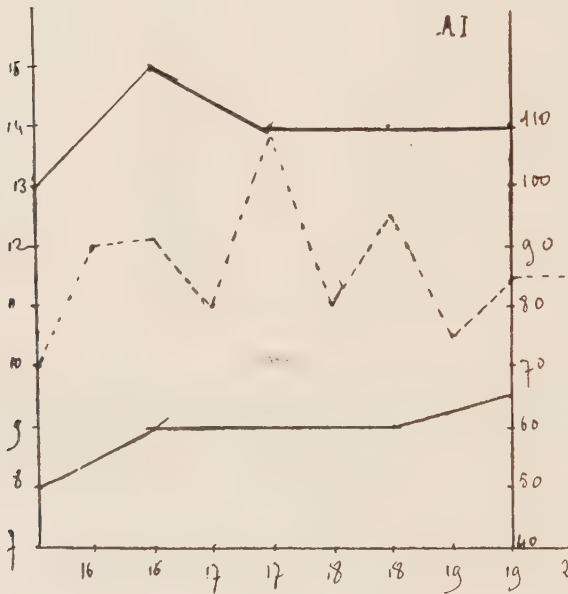
Temps de repos à prendre : 2 h. 31 m. 30 s., pris 2 h. 13 m. 30 s.

L'allure de la Maxima est ici remarquable en ce sens qu'après une ascension au début, puis une chute qui la ramène à sa valeur initiale, elle reste stationnaire jus-

qu'à la fin d'épreuve. Elle reste constamment supérieure ou égale à la Maxima normale.

La Minima croît légèrement tout au long de l'épreuve.

Le pouls s'est maintenu très haut au-dessus de la normale, atteignant 100 et 110, mais avec une tendance à décroître en fin d'épreuve.



La considération simultanée des deux éléments : pouls et tension artérielle, ne permettait pas de prévoir la fatigue. Du reste, la danseuse n'en présentait aucun des signes objectifs. De plus, elle n'avait pas utilisé tout le temps de repos qu'elle aurait pu prendre et, cinq minutes après son abandon officiel, aux applaudissements de la foule, elle tournait une valse effrénée. Puis elle continua par la suite à entraîner son danseur. A. I. a réagi comme un sujet parfaitement entraîné à la manière dont l'entend le Professeur Pachon.

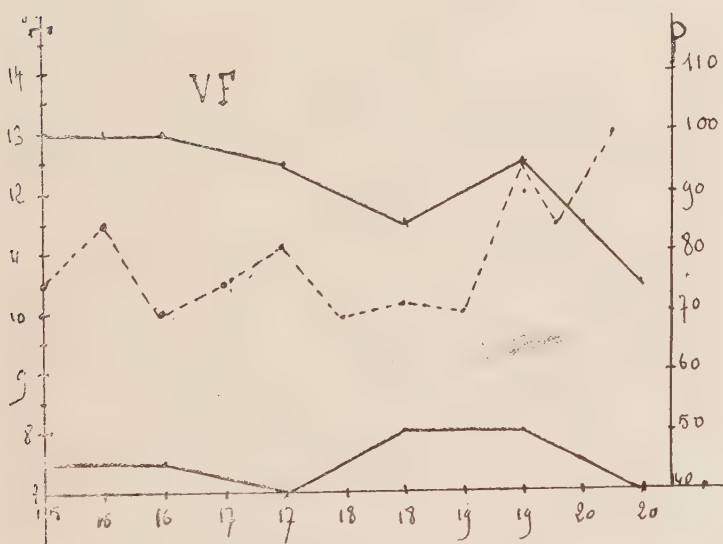
### OBSERVATION III

V. F..., âgé de 32 ans, Italien. Homme petit, bien proportionné.

Cependant les jambes sont un peu courtes par rapport au buste. Sujet entraîné: champion italien de course à pied (course de fond), champion d'un précédent concours de danse. Bon développement thoracique. Cœur strictement normal. T. A. : 17/7,5. Pouls à 75.

Temps de danse : 124 h. 25 m.

A utilisé tout son repos.



L'allure de la Maxima est généralement descendante, sauf une ascension fugace dans la nuit du 18 au 19. La Minima se maintient sans grandes oscillations.

Elle baisse rapidement à partir du 19 au soir, mais plus lentement que la Maxima.

La tension différentielle est toujours restée inférieure ou égale à la normale.

Le pouls subit de petites oscillations, parfois il est au-

dessus de son taux normal, parfois au-dessous, sauf à la fin de l'épreuve où il monte brusquement alors que la tension descend et le moment de cette dissociation des courbes coïncide avec le moment d'apparition des signes objectifs de fatigue : facies terreux, lèvres cyanosées, yeux enfoncés, troubles mentaux fugaces, perte de la notion du lieu et de l'heure.

Il abandonne au bout de 124 heures, complètement exténué. Il s'est comporté comme un sujet bien entraîné, puisqu'il a dansé normalement jusqu'à la veille de son abandon. Nous avions prévu à 3 heures près sa fin.

#### OBSERVATION IV

C. N..., 40 ans, Français, père de 4 enfants. Taille : 1 m. 62. Poids : 73 kgs 500. Il a pesé jusqu'à 100 kilos. C'est un homme presque obèse, à musculature peu développée. Assez bon développement thoracique : 100 en expiration, 105 en inspiration.

Il y a si loin de la forme extérieure du corps de N..., dont la mauvaise conformation faisait un contraste si saisissant avec l'harmonie des formes, et le développement musculaire de ses trois concurrents, que nous n'aurions jamais cru à une résistance aussi grande.

Cœur strictement normal. T. A. : 14/8. Pouls à 65.

Temps de l'épreuve : 148 heures.

Temps de repos à prendre : 3 h. 40 m. 30 s., pris 2 h. 50 m. 30 s.

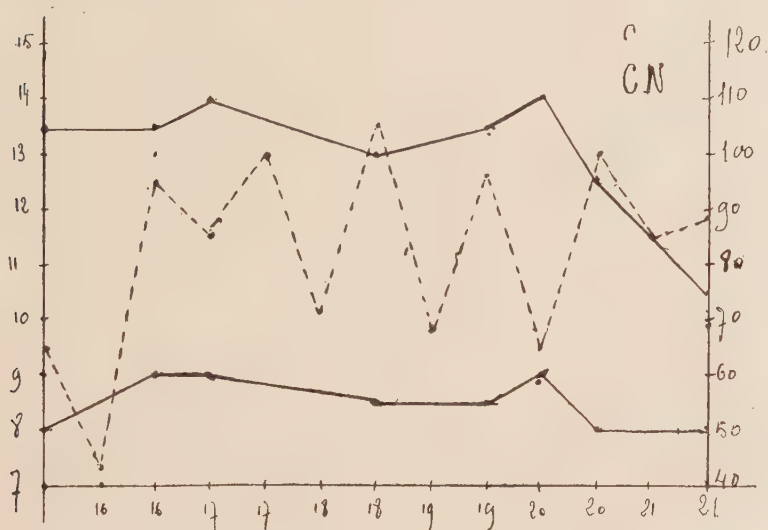
La Maxima s'est maintenue avec de faibles variations jusqu'au 20 au matin, c'est-à-dire 24 heures de plus que pour F..., son concurrent le plus sérieux ; à partir de ce moment, chute rapide. La Minima reste toujours au-dessus de la tension diastolique.

La tension différentielle est toujours restée inférieure ou égale à son taux normal, sauf à la fin de l'épreuve où elle est fortement diminuée.

Le pouls subit des oscillations de grande amplitude, mais s'est toujours maintenu au-dessus de son taux nor-

mal, les chiffres obtenus le soir étant nettement plus forts que ceux obtenus le matin.

L'examen simultané des courbes du pouls et de la tension a permis de prévoir une fin très proche le 28 au soir, car le pouls restait élevé alors que la tension artérielle décroissait rapidement.



Chez ce sujet assez mal conformé, obèse presque, on s'attendait peu à une pareille résistance. Les courbes du pouls et de la tension artérielle montrent qu'il s'est comporté comme un sujet bien entraîné. Il l'était d'ailleurs en dépit des apparences, puisqu'il se livrait journellement, depuis plusieurs mois, à des exercices de marche de 15 et 20 kilomètres.

Tout au long de l'épreuve, il n'a présenté aucun signe marqué de fatigue, si ce n'est dans la nuit du 19 au 20 quelques troubles mentaux fugaces et cédant rapidement à l'application de compresses froide. Il n'avait pas utilisé tout son temps de repos.

Il termina l'épreuve sans aucune titubation, sans tendance syncopale, mais accusant un besoin de sommeil impérieux et compréhensible.



### CHAPITRE III

---

## Etudes des variations de température au cours du travail musculaire et de la fatigue

---

1° Il est facile de constater que, dans le cours de l'exercice, du travail musculaire, la température s'élève pour diminuer, par contre, pendant le repos. C'est là un fait d'observation courante qui nous paraît naturel, parce que fréquent et qui, pourtant, est encore inexpliqué complètement.

Davy, expérimentant sur lui-même, vit que l'élévation de la température produite par l'exercice musculaire est d'environ de la moitié d'un degré, mais que la différence porte beaucoup moins sur les organes internes que sur la périphérie cutanée. La température ne s'est élevée pas davantage, grâce aux moyens de défense de l'organisme vis-à-vis de l'hyperthermie, c'est-à-dire sudation, vaso-dilatation périphérique avec transport du sang vers la surface cutanée où il se refroidit, etc.

Donc, premier point, dans le travail musculaire, sans fatigue bien entendu, la température s'élève et ceci d'environ un demi-degré chez l'homme. En réalité, elle peut s'élever de  $1^{\circ}$  à  $1^{\circ} 1/2$ .

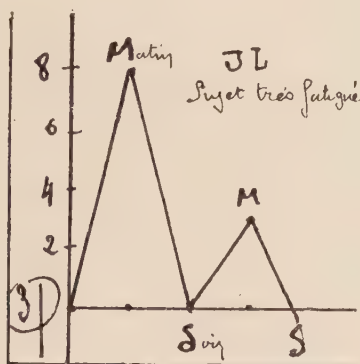
2° Quand le travail musculaire aboutit à la fatigue, lorsque celle-ci est installée, quelle est la réaction thermique du corps ? Les avis sont partagés (Lagrange, Thuru, Richet, Hoffmann trouvent une augmentation de la température; d'autres auteurs ont noté une diminution (Courmont et Péhu, Strumpel, Verneul, Thomas, Heidenhein), étudiant les rapports qui lient la chaleur dégagée par un muscle qui travaille et le travail effectué, est arrivé au résultat suivant : c'est que, de deux muscles exécutant le même travail, l'un fatigué, l'autre frais, le muscle frais dégage plus de chaleur que le muscle fatigué, comme si, dit Richet, « les actions chimiques étaient moindres pour développer le même travail utile extérieur que dans le muscle frais ».

Proust, étudiant, à son tour, les variations de température chez des sujets fatigués, c'est-à-dire étudiant la composante des variations élémentaires étudiées par Heidenhein, pense que « la fatigue du muscle qui travaille fait baisser la température générale et la température locale, par conséquent l'exercice n'accroît la chaleur que quand il n'est pas exagéré ».

Et l'on peut dire que la chute de la température, au cours d'une épreuve de fond est un signe défavorable de résistance.

Ceci dit, voici les résultats que nous avons recueillis :

a) D'abord, chez tous les sujets que nous avons observés, nous avons constaté, dans les heures qui ont suivi l'ouverture du Concours, une élévation de la température à un moment où il n'était point question de fatigue;

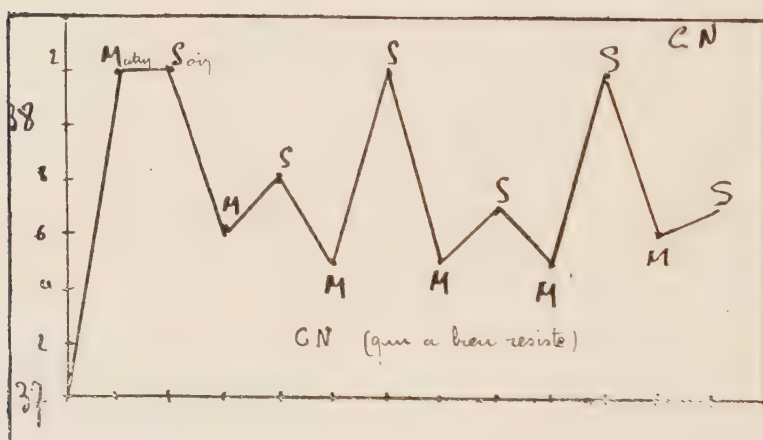


b) Chez les sujets qui ont bien résisté à l'effort qu'ils avaient à fournir, nous avons vu la température se maintenir au-dessus de  $37^{\circ}5$ , avec de légères variations matutinales et vespérales, ainsi pour Nicolas. Les courbes ci-jointes sont significatives à ce sujet.

c) Au contraire, chez ceux qui ont mal résisté, chez ceux qui ont abandonné par suite d'une véritable faille de l'organisme, chez ceux-là nous avons pu observer, après l'élévation initiale, une chute de la courbe. Cependant, chez V. F., qui a terminé dans un état d'épuisement quasi complet, nous observons, sur la fin de l'épreuve, une ascension de la courbe thermique que nous ne pouvons expliquer que par un trouble nerveux dû à l'intoxication par les produits toxiques de désintoxication.

Enfin, nous signalons un fait qui frappe à l'examen des courbes :

Chez S. L., sujet chez lequel la fatigue est apparue tôt et dont la température normale est de  $37^{\circ}$ , après la première nuit de danse, le matin à 8 heures, nous trouvons une température de  $37^{\circ}8$ , le soir à 9 heures



de  $37^{\circ}$ , le lendemain matin à 8 heures  $37^{\circ}5$ , le soir à 9 heures  $36^{\circ}9$ . Donc la température vespérale est plus faible que la température du matin: il y a inversion de la température.

Chez C. N., que nous prendrons comme type de sujet ayant bien résisté à l'épreuve, après l'ascension initiale qui fit que la température du matin, 8 heures, après la première nuit de danse, est plus élevée que la température du repos, nous voyons que la température du soir est toujours plus élevée que celle du matin.

Ensuite, considérant la température comme un test de fatigue et nous plaçant sur le terrain de la critique, nous disons que :

a) Les variations de température sont trop brèves ou trop fugaces pour constituer un test certain de fatigue ;

b) Que les variations de température sont soumises à des causes multiples et souvent inappréciables, et non seulement au travail musculaire ;

c) Que les variations de température ne sauraient constituer qu'une seule des manifestations de la fatigue et pas la plus importante certainement : les variations de la tension artérielle sont autrement importantes ;

d) L'abaissement de la température ne peut constituer qu'un test de la fatigue tardif.

---



## CHAPITRE IV

L'acidité totale est donc considérablement augmentée et, semble-t-il, d'autant plus que la fatigue a été plus grande. Ainsi, chez S. L., qui a présenté au maximum les signes d'une fatigue intense, l'acidité qui correspondait avant l'épreuve à 170 cc. de solution décinormale de soude, correspondait, après l'épreuve, à 500 cc. et le lendemain de l'épreuve à 570 cc. Chez V. F., l'acidité avant l'épreuve correspondait à 130 cc., la quatrième nuit à 370 et la cinquième nuit à 250 cc.

Pour C. N., qui a merveilleusement résisté à l'épreuve, l'acidité correspondait à 150 cc. avant l'épreuve et, en fin d'épreuve, c'est-à-dire seulement après 150 heures de danse, elle correspondait à 500 cc.

Les urines de A. I., trop purulentes, n'ont pu être examinées.

Nous pensons donc que la fatigue augmente l'acidité totale des urines. Presque tous les auteurs s'accordent sur ce point.

Benedicente, analysant l'urine des soldats soumis à une marche fatigante (65 kms), Giacosa, avant lui, examinant l'urine de cyclistes, Oddi et Tarulli examinant l'urine d'alpinistes après une ascension, Scaffidi concluent à une hyperacidité.

Les auteurs américains Hastings, Ryffel trouvent une hyperacidité, Lescœurs (*Thèse* de Lille, 1910), également.

Mais quelques résultats sont contradictoire. Le Professeur Aducco, faisant courir des chiens dans le tambour tournant de Mosso, observe une alcalinité quand la fatigue est poussée à son expression maximum. Il attribue cette alcalinité à des carbonates alcalins.

Les expériences de Heippfel (1868), Sawiki (1872) aboutissent à des résultats contradictoires.

Comment expliquer ces divergences de résultats dans l'observation de faits de même nature ?

Hugounencq signale la difficulté qu'il y a à évaluer l'acidité ou l'alcalinité des urines, car, dit-il : « Tel principe alcalin au tournesol sera neutre ou acide à la phthaléine ». Dès lors, en opérant sur la même urine avec la teinture de tournesol ou avec la phénolphthaléine, les résultats peuvent varier du simple au double.

De plus, pour la plupart des indicateurs, aucun des 3 phosphates sodiques, qui sont les agents principaux de la réaction des urines, ne possède de réaction neutre.  $\text{PO}^4\text{Na}^3$  est fortement alcalin,  $\text{PO}^4\text{Na}^2\text{H}$  possède une alcalinité encore nette,  $\text{PO}^4\text{NaH}^2$  est fortement acide. De là provient la difficulté de mesurer exactement l'acidité des urines.

Les éléments principaux de cette acidité sont le phosphate monosodique provenant de l'action de l'acide urique sur le phosphate disodique  $\text{PO}^4\text{Na}^2\text{H}$ , auquel l'acide urique enlève un atome de Na. Les urates acides, l'acide urique, l'acide hippurique, certains acides aromatiques, des traces d'acides gras, de l'acide carbonique libre ou combiné : or ces agents ne se comportent pas de la même façon en présence des réactifs indicateurs.

Quoi qu'il en soit de la différence des réactifs employés peut venir la contradiction des résultats.

Mais, même en employant le même réactif coloré — teinture de tournesol par exemple — il faut savoir

que « le tournesol n'est qu'un moyen rudimentaire d'apprécier l'acidité ionique de l'urine. Souvent la pureté du tournesol, les virages peuvent varier. La zone de virage est assez étendue et mal précisée aux environs de la neutralité vraie, si bien qu'il y a des urines qui bleussent le papier rouge et rougissent le papier bleu (urines amphotères).

Enfin, il est certain que l'alimentation intervient pour une bonne part dans la réaction des urines, constituant un facteur d'erreur. En général, après les repas, on observe une absence d'hyperacidité. Mais on voit qu'un régime trop exclusivement carné est acidifiant. Dans le jeûne où l'animal se nourrit aux dépens de ses propres tissus, l'urine est hyperacide. En effet, les viandes contiendraient (M. Labbé) du soufre et du phosphore qui se transformeraient en acide sulfurique et phosphorique. « Les jaunes d'œufs, les céréales, le pain, les pâtes alimentaires sont classés comme aliments acidifiants. Les fruits, par contre, même ceux dits acides, ont un pouvoir alcalinisant énorme ». « J'ai vu, dit M. Labbé, l'absorption d'un jus de citron au début d'un repas alcaliniser les urines comme le ferait une prise de soude et empêcher l'hyperacidité de l'urine qui se montre après les repas. » Les légumes ont le même pouvoir, les boissons alcalines, Eau de Vichy, Eau de Vittel également.

On voit qu'un régime trop exclusivement carné ou végétarien peut entraîner, toutes choses étant égales d'ailleurs, une réaction acide ou alcaline des urines. Avec l'alimentation mixte ordinaire, l'urine est acide. Il faut faire porter les examens d'acidité de l'urine sur

les urines de 24 heures pour éviter les causes d'erreur dues aux variations fugaces, mais peut-être importantes, de la réaction après les repas.

Dans le cas que nous étudions, l'alimentation était sensiblement la même tout au long de l'épreuve et pour les quatre concurrents. Le coefficient d'erreur qui aurait pu exciter, du fait d'une alimentation différente pour les quatre danseurs, n'existe pas. Du reste, pour nous, il importait moins de savoir le taux de l'acidité que sa variation dans un sens ou dans l'autre. Les résultats, très démonstratifs en l'occurrence, ont montré une acidification très nette des urines.

## ***2° Variations du P H urinaire***

Nous avons étudié un second test d'acidité. L'acidité actuelle, qui peut être représentée par le PH de Soïeuseu. Loin de vouloir entrer dans le développement des théories physico-chimiques qui ont servi de base à la conception de l'équilibre acido-basique du sang, nous nous bornerons à dire que la réaction d'un milieu biologique peut être exprimée en fonction de deux facteurs :

1° Sa concentration en ions H ;

2° Sa réserve alcaline.

Le Ph est, en somme, cette réaction physico-chimique qui mesure la réaction vraie d'un liquide biologique, celle qui intervient dans les phénomènes physico-chimiques de la vie.

Disons que la neutralité est exprimée par un Ph=7, l'acidité par un Ph (7, l'alcalinité par un Ph) 7.

Il existe, au sein de tout liquide, un équilibre entre les ions basiques et les ions acides. Cet équilibre, sous l'influence de causes physiologiques ou pathologiques, tend constamment à se rompre et est constamment rétabli par un mécanisme régulateur complexe, car on sait toute l'importance vitale du maintien de la réaction des humeurs et, en particulier, du sang.

Dans le sang, la fixité des ions H est maintenue par quelques systèmes qui sont destinés à amortir les variations qui peuvent survenir sous des influences diverses. Pour cette raison, on a appelé ces systèmes systèmes tampons. Le Docteur Marc Chambon, pharmacien-chef de l'Hôtel-Dieu de Lyon, dit : « Ils consistent essentiellement dans l'association d'un acide faible, c'est-à-dire faiblement ionisé et de son sel alcalin sodique qui, par contre, est fortement dissocié électrolytiquement et hydrolytiquement. L'organisme dispose, dans ce but, des systèmes  $\text{CO}^3\text{H}_2$ ,  $\text{CO}^3\text{HNa}$ ,  $\text{PO}^4\text{Na}^2\text{H}$ ,  $\text{PO}^4\text{NaH}_2$  et enfin d'une combinaison plus complexe : globulines et globulinales alcalines. Dans le plasma, le système le plus important étant celui des bicarbonates. »

Si la quantité d'ions H croît de telle sorte que le mécanisme régulateur rénal et pulmonaire soit débordé, « l'organisme sacrifie une partie de ses bases fixes en roulement continu dans les systèmes tampons. Celles-ci convoient jusqu'au rein l'anion importun, c'est alors que le régulateur rénal rentre en jeu ». (Docteur M. Chambon.)

*Mécanisme régulateur.* — Le Ph de l'urine étant environ 5, 8 à 6, 8, le Ph sanguin étant 7, 4, autrement dit

L'urine ayant une acidité ionique, le sang une alcalinité ionique, on voit apparaître nettement le rôle *régulateur du rein*. Cet organe accomplit sa fonction régulatrice par l'intermédiaire des phosphates : tandis que ceux de l'urine sont en général monobasiques, ceux du sang sont bibasiques : le rein a donc laissé dans le sang un ion alcalin.

Par une fonction aminogène étudiée récemment par Nasle et Bénédicte, il y aurait formation, aux dépens de  $\text{NH}_4^+$ , de cations  $\text{NH}_3$ , se substituant aux bases fixes et éliminant sous forme de sels ammoniacaux l'ion H dangereux. Il y a donc formation de  $\text{NH}_3$  au niveau du rein toutes les fois que l'équilibre acido-basique du sang tend à se rompre en faveur de l'acidité.

L'ammoniaque, comme les phosphates, intervient donc dans la lutte contre l'acidose.

S'il est vrai que certains acides se détruisent et passent à l'état de  $\text{CO}_2$  éliminé par le poumon, il en est d'autres, comme l'acide B-oxybutyrique des diabétiques ou l'acide hippurique ou l'acide lactique, qui s'emparent de  $\text{NH}_3$  pour leur neutralisation et l'on comprend l'augmentation de cette base dans l'urine au cours de l'acidose. Mais il ne faut pas systématiquement penser que l'augmentation de  $\text{NH}_3$  urinaire implique un état d'acidose. En effet, dit Lambling, « on prévoit qu'à mesure que l'organisme détruit une plus forte ration de protéiques, la quantité d'acides nés de cette destruction doit augmenter, donc aussi la quantité de  $\text{NH}_3$  nécessaire pour assurer la neutralisation de ces acides ou du moins leur neutralisation partielle » ; si bien qu'un des moyens de suivre l'évo-

lution de l'acidose est de doser les sels ammoniacaux par la formol-titration, c'est ce que nous avons fait. Nous exposerons plus loin les résultats de ces recherches.

*Rôle régulateur du poumon.* — Le poumon intervient également dans la sauvegarde du Ph par l'intermédiaire du  $\text{CO}_2$ .

Van Skyle et Cullen ont montré que l'acide carbonique libre  $\text{CO}_2$  qui pénètre dans le sang au niveau du poumon y circule sous une tension telle qu'il convertit fatalement toutes les bases non fixées par les autres acides. Il y a formation de bicarbonate qui représente l'excédent de matière alcaline libre après que tous les acides aient été neutralisés par elle. C'est en somme la proportion de bases encore unie à  $\text{CO}_2$  dans le système  $\text{CO}_3 \text{H}_2$ ,  $\text{CO}_3 \text{H Na}$ . C'est en ce sens qu'il faut entendre la réserve alcaline dont l'étude ne peut guère se séparer de celle du Ph sanguin puisque la première est la sauvegarde du second. Ainsi donc, le bicarbonate est un des moyens de défense contre l'acidose et son action s'ajoute à celle des phosphates et de  $\text{NH}_3$ .

Si, pour une raison quelconque, physiologique ou pathologique, la quantité d'acide du sang augmente, cette réserve alcaline va pouvoir parer aux premiers dangers de l'intoxication acidotique. C'est une première ligne de résistance.

Les acides viendront se neutraliser à son contact. Il y aura mise en liberté de  $\text{CO}_2$ , dont l'excès dans le sang, excitant les centres respiratoires, augmente la ventilation pulmonaire et s'élimine par cette voie.

En 1920, des travaux américains ont attiré l'attention sur certaines acidoses gazeuses provenant précisément de la rétention de ce  $\text{CO}_2$  dans le sang par insuffisance de la fonction respiratoire. Dans ce cas particulier, il y aura formation d'une plus grande quantité de bicarbonate alcalin, correspondant à une tension plus forte du  $\text{CO}_2$  du sang. Il y aura, en somme, augmentation de la réserve alcaline. Si donc, il est généralement vrai de dire qu'à un Ph abaissé correspond une réserve alcaline plus faible, il n'en est pas ainsi pour le cas particulier.

Il semble donc qu'au cours d'un travail musculaire, la déficience des fonctions respiratoires, en accumulant dans le sang du  $\text{CO}_2$ , soit un facteur d'acidose gazeuse, dont l'effet viendrait s'ajouter à l'acidose produite par l'irruption dans le torrent circulatoire de corps acides dus au fonctionnement exagéré du tissu musculaire.

Tels sont, dans leurs grandes lignes, les moyens que l'économie a à sa disposition pour combattre les dangers de l'acidose. Divers facteurs peuvent la produire, les uns importants produisant des variations importantes de la réserve alcaline, sinon du Ph lui-même; d'autres physiopathologiques si minimes qu'elles échappent à nos investigations. Parmi les premières, l'alimentation joue le rôle que nous savons; le jeûne, les troubles du métabolisme des albumines et des graisses, enfin la fatigue musculaire. Voici l'explication que nous croyons pouvoir en donner.

Au cours du travail musculaire, il y aurait production dans le muscle d'acides divers, lactique — pour

Hasting, Ryffel, Creeu, Crasquin — de l'acide urique — Prete —, en amino-acides.

Cette augmentation des acides dans le sang est un fait prouvé. Daubrebande et Davies ont réalisé une expérience au cours de laquelle ils ont vu l'alcalinité du sang baisser à la suite de la tétanisation prolongée chez les animaux.

De sorte que, si l'on n'est pas absolument fixé sur la nature des acides émis dans la circulation, on est certain de l'augmentation de ces acides. Dans ces conditions et d'après le mécanisme invoqué, les urines deviennent acides, leur Ph baisse considérablement. C'est ce que nous avons pu observer avec une netteté particulière.

Mais, un fait qui nous a passablement étonné est de voir que cette baisse du Ph se produisait rapidement, tombant de 7, chiffre normal, aux environs de 4,7, pour tous les sujets observés sans période de transition pour ainsi dire, puisque, après la première nuit de danse, le Ph est tombé à ce taux. Il s'y est ensuite maintenu avec de légères variations au cours de l'épreuve.

Nous sommes donc obligé d'admettre que, dès le premier jour, l'équilibre acide base tend à se rompre en faveur de l'acidité et que, dès ce moment, la réserve alcaline a été attaquée pour parer à l'acidification des milieux. L'organisme réagit contre l'acidité ioniquée par les moyens que nous avons vu sans pouvoir toutefois ramener le Ph à son taux normal.

### *Ammoniaque urinaire*

En même temps, nous avons recherché l'acidité libérée par le formol ou indice-formol de Ronchèse-Sørensen, c'est-à-dire la quantité d'azote de l'ammoniaque urinaire et l'azote aminé des acides aminés contenus dans l'urine dans la mesure de la libération de leur acidité par le formol (Derrien et Fontès).

*Principe de la méthode.* — Lorsque, à une solution neutre d'un sel ammoniacal, on ajoute une solution neutre de formol, le mélange devient acide à la phénolphtaléine par mise en liberté de tout l'acide uni à l'ammoniaque et formation d'hexa-méthylène-tétramine ou urotropine neutre à la phénolphtaléine. On note l'acidité ainsi produite. Les acides aminés agissent comme l'ammoniaque, de sorte que l'on dose l'ammoniaque plus que les acides aminés.

Mais, pratiquement et cliniquement, la quantité d'acides aminés est minime eu égard à la quantité de  $\text{NH}_3$ , de telle sorte que les chiffres que nous donnons représentent, avec un léger excès, la quantité d'azote ammoniacal. On voit qu'elle augmente au cours du travail musculaire intensif.

Donc, au cours du travail musculaire exagéré, la quantité d'ammoniaque urinaire augmente, ce qui cadre avec ce qui a été dit plus haut, au sujet de l'ammoniaque urinaire en rapport avec l'irruption d'acides dans le torrent circulatoire.

|       | Avant | 1 <sup>re</sup><br>Nuit | 1 <sup>re</sup><br>Jour | 2 <sup>e</sup> N. | 2 <sup>e</sup> J. | 3 <sup>e</sup> N. | 3 <sup>e</sup> J. | 4 <sup>e</sup> N. | 4 <sup>e</sup> J. | 5 <sup>e</sup> N. | 5 <sup>e</sup> J. |
|-------|-------|-------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| V. F. | 0.332 | 0.432                   |                         |                   |                   |                   |                   | 0.700             |                   | 0.336             |                   |
| C. N. |       |                         |                         |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   | 0.672             |
| J. L. |       |                         |                         |                   |                   | 0.896             |                   |                   |                   |                   |                   |
| A. I. |       |                         |                         |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |

### *Coefficient de Maillard*

Nous avons voulu, enfin, connaître les variations du coefficient de Maillard et, dans quelques cas, il a été recherché. Nous avons constaté une augmentation assez nette de ce coefficient comme l'indique le tableau ci-contre :

|       | Avant | 1 <sup>re</sup><br>Nuit | 1 <sup>re</sup><br>Jour | 2 <sup>e</sup> N. | 2 <sup>e</sup> J. | 3 <sup>e</sup> N. | 3 <sup>e</sup> J. | 4 <sup>e</sup> N. | 4 <sup>e</sup> J. | 5 <sup>e</sup> N. | 5 <sup>e</sup> J. |
|-------|-------|-------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| V. F. | 6.02  |                         |                         |                   |                   |                   |                   | 6.8               |                   | 6.8               |                   |
| C. N. |       | 5.8                     |                         |                   |                   |                   |                   |                   | 7.3               | 6                 |                   |
| J. L. | 5.8   |                         |                         |                   |                   | 5.9               |                   |                   |                   |                   |                   |

Voyons quelle est sa valeur au point de vue qui nous occupe.

Arthus, puis Maillard, ont montré qu'à l'étude du coefficient azoturique  $\frac{\text{Az. urée}}{\text{Az. total}}$  il y aurait intérêt à

substituer le rapport que Maillard appelle coefficient d'imperfection uréogénique ou coefficient de Maillard qui est le suivant :

Az. de  $\text{Az. H}^3 + \text{Az. aminé d'amino-acides}$

---

Az. de  $\text{Az. H}^3 + \text{Az. de l'urée} + \text{Az. des acides aminés}$

C'est en somme le rapport de l'azote uréifiable à l'azote uréifiable et uréifié, dont l'expression la plus rapprochée est le rapport  $\frac{\text{Az. formol}}{\text{Az. hypobromite.}}$  C'est ce-

lui que nous avons recherché.

En effet, le coefficient azoturique diminué semble indiquer une dégradation moins parfaite de la molécule protéique.

Le plus souvent, quand l'azote uréique est diminué dans les urines, on trouve une augmentation corrélative de l'azote ammoniacal urinaire et l'on est enclin à penser que le foie a été inférieur à sa tâche dans son rôle d'uréopoïèse. C'est vrai, du reste, dans un grand nombre de cas.

Mais, supposons qu'il y ait, pour une raison quelconque, augmentation des acides organiques du sang, l'organisme va restreindre sa production d'urée et il se forme, au prorata de cette diminution, de l'ammoniaque qui servira à neutraliser l'excédent d'acide.

« C'est, par exemple, ce qui se produit au cours du jeûne où l'économie est obligée de pourvoir à la neutralisation des acides divers phosphoriques et sulfuriques, provenant de la fonte des tissus. » (Lambling.)

Dans ce cas, le coefficient azoturique sera abaissé sans qu'on puisse conclure à une déficience de la fonction uréopoiétique du foie, tandis que le coeffi-

cient de Maillard indique la quantité pour cent d'azote qui n'a pu être employée à la production d'urée parce qu'elle a été transformée en ammoniacque destinée à lutter contre les acides organiques que le sujet n'a pas réussi à brûler. Ce coefficient mérite donc bien son nom de coefficient d'imperfection uréogénique. « Mais, en plus, c'est un coefficient d'acidose (Lanzenberg), puisqu'il est le rapport de l'azote neutralisant des acides à l'azote neutralisant et ayant neutralisé des acides ».

Le coefficient de Maillard chez Ferrari était de 6,02; la quatrième nuit, 6,8, la cinquième 6,86, qui signifie que « sur 100 parties d'azote descendues jusqu'à l'état d'ammoniacque, il y en a 6,8 qui n'ont pu être employées à la production de l'urée et qu'elles ont été saisies par les acides et surtout par des acides organiques que le sujet n'a pas réussi à brûler ».

On ferait les mêmes constatations chez Nicolas et Lopez.

### *Albumine*

Ici encore, en colligeant les travaux antérieurs, nous avons trouvé une grande incertitude touchant à la question de l'albuminurie consécutive au travail musculaire intensif.

Nous-même avons cru, jusqu'à ce jour, que l'albuminurie était constante au cours de la fatigue musculaire. Or, voici qu'au cours d'une épreuve particulièrement fatigante, nos recherches de l'albumine ont été totalement négatives. Pas une seule fois nous n'avons trouvé d'albumine, c'est dire que notre conception de

l'albuminurie, conséquence presque fatale de la fatigue, s'est trouvée fortement ébranlée.

Les travaux de Gobbi, qui observa des coureurs faisant 20 kms en un temps maximum de 3 h. 30, trouva chez ces sujets très fatigués 0,25, 1, et même 2,50 % d'albumine.

Benedicente, expérimentant sur 8 soldats faisant une marche de 65 kms, trouva de l'albumine chez deux d'entre eux seulement. Elle disparaissait d'ailleurs après quelques heures de repos, ce qui permit de dire qu'il s'agissait incontestablement d'une albuminurie de fatigue.

Teissier et Leube la retrouvent dans les urines des soldats après une longue marche.

Albu, dans les urines de vélocipédistes très fatigués, Hugounenq écrit que chez les jeunes sujets l'albuminurie se montre quelquefois.

Elle est fréquente après les exercices violents chez les marcheurs, coureurs, rameurs, cyclistes.

Et, en effet, nous croyons pouvoir dire que l'albuminurie est l'expression tangible d'un trouble assez important du métabolisme, lequel ne saurait s'expliquer par un effort peu violent même si cet effort se prolonge. La condition pour qu'il y ait albuminurie est que l'effort soit violent et soutenu pendant quelque temps.

---



## CHAPITRE V

---

### Le Métabolisme basal

---

Nous avons étudié également le métabolisme basal de deux sujets soumis à notre observation.

Les opérations complexes de cette recherche, leur délicatesse, les conditions défectueuses dans lesquelles nous nous trouvions, le mauvais vouloir, compréhensible du reste des concurrents, ont fait que nous n'avons pu effectuer toutes les recherches que nous aurions souhaité faire. Il eut été instructif de faire, comme nous l'avons fait pour la tension artérielle ou le pouls, des mesures répétées, et de dresser un graphique des variations de la réserve calorique de l'organisme.

Nous ne voulons point entrer dans les détails théoriques et techniques de la recherche du métabolisme basal, mais nous rappellerons qu'on le définit. La quantité de chaleur exprimée en grandes calories produites en une heure sur le sujet maintenu au repos complet, à jeûn et à une température ambiante de

16 à 18 degrés. Cette quantité étant rapportée au mètre carré de surface corporelle.

D'une façon plus concise, on peut dire que le métabolisme basal est la quantité minimale de chaleur produite par unité de surface corporelle dans l'unité de temps.

Tout être vivant dépense une plus ou moins grande quantité de calories qui est aux environs de 2.400 c. en produisant un travail minime. On peut abaisser cette dépense en faisant observer au sujet un repos complet, en le soumettant au jeûne, et ceci à une température où l'organisme ne perd ou ne gagne aucune calorie. Mais quoi qu'on fasse, on ne parviendra pas à faire tomber le nombre de calories au-dessous d'un certain taux, au-dessous d'un seuil au-dessous duquel la vie devient impossible.

Ainsi, il existe 3 grandes causes susceptibles de faire varier cette dépense de fond.

1° *L'alimentation*, qui, d'après Lambling, peut faire subir à l'organisme une perte de 200 c., par suite des mouvements de l'estomac, du péristaltisme intestinal, du chimisme. C'est donc dans ce but que le sujet est à jeûn.

2° *Le travail musculaire*. — Les expériences de Lambling prouvent son rôle prépondérant dans la dépense de calories. C'est pour cette raison que le sujet doit être observé au repos.

3° *La température ambiante*. — D'une importance capitale, car, dans sa lutte contre la chaleur ou le froid, l'organisme use des calories. Il existe une tem-

pérature entre 16 et 18° où l'économie ne fait aucune dépense.

Mais bien d'autres facteurs influent sur le métabolisme ou l'hypothermie, les troubles endocraniens en particulier, l'hyperthyroïdie, la polypnée, la tachycardie. Dans nos recherches bibliographiques, nous n'avons pas trouvé trace d'un travail quelconque sur le rôle de la fatigue sur le métabolisme. Il serait intéressant de faire des recherches dans ce sens.

Nous nous sommes servi, pour nos déterminations, de l'appareil de Laulanié, installé dans le service du Professeur Roques. Nous n'entreprendrons pas sa description, ce qui nous entraînerait hors du cadre que nous nous sommes fixé.

RÉSULTATS. — Nous avons déterminé deux fois chez chacun des deux sujets, Nicolas et Ferrari, cette dépense de fond. Une fois avant l'épreuve, une fois l'épreuve terminée. 24 heures après la fin chez Nicolas, 48 heures après chez Ferrari :

|            |      |    |    |
|------------|------|----|----|
| C. N. .... | 39,5 | 24 | »  |
| V. F. .... | 44   | »  | 35 |

Donc, si nous prenons pour taux moyen de la dépense de fond 39 c. 5, nous voyons que Nicolas, 24 h. après l'épreuve, est en perte de 15 c. 5, et que Ferrari, 48 h. après, n'est en perte que de 4 c. 5. L'abaissement est manifeste chez les deux.

Nous pouvons émettre l'idée suivante, qui n'a que la valeur d'une simple hypothèse, vu la carence des chiffres et l'absence de travaux sur ce point, à savoir

que la réserve en calories, après cet excès de fatigue musculaire, tombe à un seuil minimum qu'il est difficile pour le sujet de franchir.

Ensuite que l'organisme récupère sa perte calorique d'une façon assez rapide en 2 ou 3 jours, puisque, au bout de 48 heures, il ne reste plus à Ferrari que 4 c. 5 à récupérer, tandis que, 24 heures après, Nicolas a encore à récupérer 15 c. 5.

## CHAPITRE VI

---

### Constations diverses relatives à la taille, au poids, à la réflectivité, au tremblement, aux troubles mentaux fugaces.

---

DE LA TAILLE. — La taille d'un sujet, comme le fait remarquer le Professeur Etienne Martin, est très difficile à noter. Elle varie constamment et plus ou moins suivant l'état d'extension des membres inférieurs, du relâchement plus ou moins marqué des muscles des gouttières, du port de la tête et de bien d'autres facteurs qui nous échappent. Pour le Professeur de Médecine légale de Lyon, il serait illusoire de penser obtenir une approximation de plus de deux centimètres. Nous avons voulu savoir si la fatigue diminuait la taille d'un individu, car pareil fait avait été signalé au cours de nombreuses épreuves sportives. Après la course Paris-Belfort, en 1892, on avait noté une diminution de la taille, allant jusqu'à 4 centimètres.

Pour notre part, nous n'avons pas observé de variations sensibles. Cette question de la taille n'a pas seu-

lement un intérêt spéculatif, elle peut constituer un des signes de l'identité judiciaire. Mais il convient de ne lui donner que la valeur qu'elle possède.

DU POIDS. — Certains auteurs ont noté une diminution du poids au cours de la fatigue (Schumberg, Klug, Amar, Qiuiz). Cette diminution serait plus marquée lorsque le travail intellectuel intervient. Les variations du poids, comme celles de la taille, sont soumises à trop de facteurs pour qu'elles puissent servir à mesurer la perte exacte de l'organisme. En effet, l'état de vacuité plus ou moins grande du tube digestif, la rétention plus ou moins complète des urines modifient considérablement le poids d'un sujet. C'est ainsi que chez S. L., qui avait évacué ses matières avant l'épreuve, nous avons remarqué un accroissement du poids, 67 kgs 700 avant, et 70 kgs après, soit un gain de 2 kgs 300, résultant aussi bien de la rétention des matières que des urines. Chez deux d'entr'eux, C. N. et V. F., nous n'avons noté aucune variation, et chez A. I., nous avons observé une perte de poids assez sensible, 1 kg 800.

Donc, la perte du poids ne peut constituer un bon test de fatigue pour les raisons que nous avons vues et, en tout cas, elle ne peut qu'être un test de fatigue très accusée.

DES RÉFLEXES. — Recherchant ensuite l'état des réflexes, nous avons été frappé de leur exagération. On peut donner de ce phénomène les explications suivantes :

Les modifications physiques de l'organisme peuvent atteindre le fonctionnement cérébral, soit par altération globale de l'organisme, soit du fait d'une participation directe des fonctions cérébrales au travail, avec fatigue propre. Il en résulterait une diminution du pouvoir inhibiteur des centres supérieurs et exagération consécutive des réflexes (Whesphal, Stemberg). Dans le cas particulier que nous avons observé, la fatigue cérébrale était peu accusée. Le cerveau n'est intervenu au début du travail que pour déclancher l'automatisme médullaire. La moelle ayant pris la gérance des mouvements, le cerveau est absent pour ainsi dire et son rôle inhibiteur est inexistant.

On peut considérer l'exagération de la réflectivité comme un signe de fatigue. Mais il faut se garder de conclure qu'à une fatigue, plus ou moins accentuée, correspondent des réflexes plus ou moins exagérés, car ces réflexes sont fonctions de l'intensité du choc qui les détermine. Intensité qui ne peut être recherchée qu'avec un appareil. Il se peut également que l'on soit obligé de percuter plusieurs fois pour atteindre le seuil du réflexe et alors la répétition des excitations est une cause d'erreur, soit dans le sens d'une sommation, soit dans celui d'une neutralisation. Et encore faut-il ajouter que le seuil du réflexe est sans rapports constants avec l'excitation donnée et, par conséquent, avec la grandeur du déplacement angulaire de la jambe.

TREMBLEMENTS DE LA FATIGUE. — Le tremblement dont l'amplitude et la rapidité ne sont pas propor-

tionnels à la fatigue, est en somme un phénomène physiologique (ce qui diminue sensiblement sa valeur comme moyen d'appréciation et de mesure de celui-ci). Mais il n'en reste pas moins un signe qui, ajouté aux précédents, peut en faire poser le diagnostic.

Nous avons observé nettement ce tremblement et Mosso, de Amicis, Hollingwoat, Smith l'ont décrit. Dans la position du serrement les doigts tremblaient et nous avons observé chez V. F. des oscillations céphaliques nettes.

Ce tremblement coexistait avec un certain état d'imprécision musculaire mis en évidence par le test de visée qui a pour but de mesurer l'étendue de l'erreur commise dans l'exécution des mouvements volontaires. Il consiste à viser avec un crayon un point placé sur un écran. On peut aussi, comme nous l'avons fait faire, lever la main à une hauteur déterminée, l'imprécision des mouvement traduit l'état de fatigue. Nous pensons qu'il y a lieu de rattacher cette incertitude musculaire non à un trouble cérébelleux de coordination, mais bien à un épuisement des plaques motrices terminales.

**TROUBLES MENTAUX LÉGERS.** — Nous avons déjà signalé, au cours de notre travail, que chez C. N. et V. F., nous avons observé, dans la nuit du 19 au 20, à peu près à la même heure, des troubles mentaux fugaces. Perte de la notion du temps et du lieu, perte de la faculté d'association des idées se traduisant par des lambeaux de phrases incohérentes. Ces troubles

ont cédé rapidement à l'application de compresses humides sur la tête.

Ces troubles sont dus probablement à la teneur du sang en produits toxiques, dus à la fatigue.

On sait que le sérum d'individus fatigués donne chez le lapin des accidents convulsifs. De plus, Bouchard a démontré que l'urine du réveil est plus toxique que celle du soir. Ce qui prouve qu'à la faveur du sommeil il se fait une décharge des éléments nocifs accumulés pendant la journée. Or, chez nos sujets privés de sommeil pendant plusieurs jours, cette élimination nocturne ne se produisait pas, le sang se trouvait souillé des produits de déchets. Fatigue accentuée, créant les poisons, manque de sommeil empêchant leur évacuation, voilà les deux facteurs qui ont fait apparaître les troubles mentaux par le moyen de la rétention des substances toxiques agissant directement sur les centres nerveux supérieurs.

---



## CONCLUSIONS

---

### I. — Rôle de la musique.

La musique engendre le rythme, le rythme déclenche l'automatisme médullaire. L'automatisme médullaire implique un minimum de fatigue cérébrale. L'absence de fatigue cérébrale est primordiale pour la répétition d'actes musculaires longtemps continués.

Donc, c'est en partie grâce à la musique que nos danseurs ont pu résister si longtemps à la fatigue et au sommeil.

II. — Variations de la T. A. au cours du travail musculaire exagéré, aboutissant à la fatigue.

a) La Mx s'élève au début de l'épreuve, redescend légèrement, s'établit à un niveau donné, qui se maintient tant que la fatigue n'apparaît pas. Elle s'abaisse plus ou moins rapidement quand elle apparaît.

b) La Mn suit une variation à peu près parallèle. Cependant elle s'élève moins au début. La tension différentielle s'en trouve augmentée. Quand la fatigue survient et que la Mx baisse, la Mn le fait également, mais moins rapidement. La tension différentielle s'en trouve diminuée.

c) Lorsque la tension différentielle est augmentée par rapport à ce qu'elle est normalement, on peut dire que c'est un signe de bon fonctionnement de l'organisme. Quand elle est diminuée, on peut prévoir une faillite prochaine.

III. — L'étude simultanée du pouls et de la T A est indispensable pour juger de l'état plus ou moins marqué de défaillance cardio-vasculaire. La dissociation entre le pouls et la T A en est certainement le meilleur critérium.

IV. — a) La température s'élève dans le travail musculaire non accompagné de fatigue d'une quantité qui ne dépasse guère  $1^{\circ} 1/2$ , grâce à un mécanisme régulateur.

b) Dans la fatigue accentuée, il peut y avoir sinon hypothermie du moins conservations de la température normale.

c) On peut, dans le cas, observer l'inversion de la température.

d) La température ne saurait constituer un bon test de fatigue.

V. — L'acidité totale des urines se trouve augmentée fortement au cours du travail musculaire.

b) Le Ph est assez fortement abaissé.

c) La quantité d'Az H<sup>3</sup> urinaire est augmentée.

d) Le coefficient de Maillard est augmenté.

e) Nous n'avons pas trouvé d'albumine dans les urines.

V. — La réserve en calories de l'organisme après un excès de fatigue semble tomber à un seuil minimum. Puis, l'organisme récupère sa perte de calorique en quelques jours.

VII. — a) Nous n'avons pas observé de variations de la taille. La diminution si tant est qu'elle existe ne saurait constituer un test de fatigue.

b) Le poids tantôt augmente s'il y a rétention des matières et urines, tantôt reste stationnaire, tantôt diminue. Mauvais test de fatigue.

c) Les réflexes sont très exagérés, c'est signe de fatigue accusée.

d) Le tremblement a été observé. Signe de fatigue accusé.

e) Nous avons constaté l'imprécision musculaire.

f) Nous avons vu se manifester quelques troubles mentaux fugaces.

|                     |                                  |
|---------------------|----------------------------------|
| <b>Vu :</b>         | <b>LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,</b> |
| <b>LE DOYEN,</b>    | <b>LATARJET.</b>                 |
| <b>JEAN LEPINE.</b> |                                  |

*Vu et permis d'imprimer :*

Lyon, le 18 Novembre 1926.

**LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ,**  
**J. GHEUSI.**



## ERRATA

---

| <i>Pages</i> | <i>Lignes</i>     |                                                                                                                       |
|--------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13           | 1 <sup>re</sup>   | <i>lire</i> été le témoin. Au Cours....                                                                               |
| 14           | deux<br>dernières | <i>lire</i> le travail observé et ses manifestations saisissables<br>est presque exclusivement un travail musculaire. |
| 30           | 11 <sup>e</sup>   | <i>lire</i> Heidenhain <i>au lieu de</i> Heidenhein.                                                                  |
| 31           | deux<br>dernières | <i>lire</i> .... nerveux du à l'intoxication par les produits<br>de désintégration.                                   |
| 39           | 16 <sup>e</sup>   | <i>lire</i> Sørensen <i>au lieu de</i> Soïeuseu.                                                                      |
| 41           | 9 <sup>e</sup>    | <i>lire</i> Nasch <i>au lieu de</i> Nasle.                                                                            |
| 44           | 1 <sup>re</sup>   | <i>lire</i> Green <i>au lieu de</i> Creeu.                                                                            |
| 51           | avant-dernière    | <i>lire</i> en une heure par un sujet <i>au lieu de</i> en une heure<br>sur un sujet.                                 |
| 58           | 7 <sup>e</sup>    | <i>lire</i> Hollingwood <i>au lieu de</i> Hollingwoat.                                                                |
| 58           | 8 <sup>e</sup>    | <i>lire</i> Serment <i>au lieu de</i> Serrement.                                                                      |

---



## BIBLIOGRAPHIE

---

- ABELOUS. — Toxicité du sang et des muscles des animaux fatigués. *Archives de Physiologie*, 1894.
- ADDUCQ. — Les réactions de l'urine et ses rapports avec le travail musculaire. *Arch. Italiennes de Biologie*, 1887.
- AZZI-AZZO. — Acetonuria da fatica durante l'allenamento il lavaro, nov. 1920.
- BENEDICT. — The influence of inanition on the metabolism. *Carnegie Institution publ.*
- BIGWOOD. — Le métabolisme de base. *Annales de Médecine*, avril 1926.
- BINET. — Le travail et le tremblement. *Revue générale des Sciences*, 15 avril 1918.
- BLANCHETIERE. — Le métabolisme basal. *Monographie de la Médecine*, juin 1923.
- BOIGEY. — a) Physiologie générale de l'éducation physique ; b) Les échanges resp. dans le travail (Rapport au Congrès international d'Education physique, 23-26 sept. 1923, Bordeaux).
- BENEDICIENTE. — Examen de l'urine de quelques militaires après une marche. *Arch. Italiennes de Biol.*, 1897.
- BOOTBY et SANDTIFORD. — Graphiques pour tous les calculs du métabolisme basal déterminé par la méthode géométrique.
- BROWN. — Blood destruction during exercise. *Journal of exp. Medicine*, 1922, vol. 36, n° 5.
- CANNON AND NICE. — The effect of adrenal secretion on muscular fatigue. *American Journal of Physio.*, 1913.

- CHAILLEZ-BERT et LANGLOIS. — Pression et travail musculaire. *Compte rendu à la Soc. de Biol.*, vol. 1, p. 725.
- CARIEUX. — La fatigue et son influence pathogénique. *Thèse d'agrégation*, 1878.
- CECCALDI. — Recherches sur le métabolisme basal et les épisodes d'hyperthyroïdie au cours de la tuberculose pulmonaire. *Thèse Lyon*, 1926.
- CORDIER. — Variations de la pression art. et veineuse. *Lyon Médical*, 1923, p. 122-125.
- CORDONNIER. — Les temps de réaction nerveuse au cours du travail musculaire. *Thèse Lille*, 1920-1921.
- CRASQUIN. — Modifications chimiques des liquides de l'organisme au cours du travail muscul. *Thèse Lille*, 1919-1920.
- DERRIEN et FONTES. — Chimie biologique médicale, Paris 1926. *Thèse Lyon*, 1926.
- DHERS. — Essai de critique théorique des tests de fatigue. *Thèse Paris*, 1924.
- DUFOUR. — Manifestations morbides du surmenage physique. — Modifications Cardio-Valcul. au cours du travail muscul. *Thèse Lille*, 1919-1920.
- FERRANINI. — Sulle tossine della fatica. *Riforme Medica*, an xxxii, n° 35-47 ; *Atti del IV Cong. Nazionale per la Malattie del lavoro*, Roma, 1913.
- GOBBI. — Albuminuria gravi et glicosuria da fatica. *Revue Critique de Clinique Méd.*, 29 avril 1905.
- HARPER and HOLLIDAY. — Contribution to the chemistry of fatigue. *Journal of the American Chemical Society*, 1903.
- HASTINGS. — a) An investigation of changes in the blood and urines, resulting from fatigue. *U. S. Pub. Health. Rep.*, vol. xxxiv, 1<sup>er</sup> août 1919.
- b) The physiologie of fatigue physico chemical. Manifestation of fatigue in the blood. *U. S. Pub. Health.*, Bull. 117, may 1921.
- HOUDRÉ (Mme). — Quelques recherches sur la tension artérielle au cours de l'exercice. *Vie Médicale*, Paris 1921, p. 499.

- HUGONNENCQ. — *Précis de chimie physiologique et pathologique.*
- IOTÉKO. — a) Fatigue, article du *Dictionnaire* de Charles Richet.
- b) *Les lois de l'Ergographie*, Bruxelles, 1904.
- KEIM. — De la fatigue et du surmenage. *Thèse Lyon*, 1885.
- LABBÉ (Marcel). — L'équilibre dans la physiologie et la pathologie. *Annales de Médecine*, avril 1926.
- LAGRANGE. — a) *Physiologie des exercices du corps*, Paris, 1898.
- b) *Fatigue et repos*. Paris, 1912.
- LAMBLING. — *Précis de Biochimie*. Paris 1921.
- LAPIQUE et MARETTE. — Variations physiologiques de la toxicité urinaire (*Compte rendu à la Soc. de Biol.*, juillet 1894).
- LEE. — Examination of certain proposed test for fatigue. *Am. Journ. Physiol.*, vol. 63, p. 185, janvier 1923, Baltimore.
- LÉGER. — Contribution à l'étude oscillométrique considérée comme critère d'entraînement en éducation physique. *Thèse Bordeaux*, 1914.
- LESCŒUR. — Relations qui existent entre certains coefficients urinaires et les divers modes de l'activité humaine, principalement pendant le travail musculaire et intellectuel. *Thèse de Lille*, 1910-1911.
- LIAN. — Epreuve d'aptitude cardiaque à l'effort. *Presse Médicale*, Paris, 7 décembre 1916.
- LUSK. — Principes fondamentaux concernant le métabolisme basal. *Gazette des Hôpitaux*, 1922, p. 165.
- MOSSO. — *La Fatigue intellectuelle et physique*, 1894.
- ODDI et TARULLI. — Les modifications de l'échange matériel dans le travail musculaire (*Arch. Italiennes de Biol.*, 1893).
- PACHON. — Education physique et critère fonctionnel. Les variations de la pression artérielle, critère d'entraînement. *Compte rendu à la Soc. de Biol.*, 1910, p. 869.

- PETIT. — Variations de la pression artérielle après le travail musculaire chez l'individu normal et dans les corconstances pathologiques. *Thèse de Montpellier*, 1920.
- PETITHOMME. — Les modifications de la respiration au cours du travail musculaire. *Thèse de Lille*, 1919-1920.
- PIÉRON. — La nature d'exagération du réflexe patellaire et la réflexométrie. *Revue Neuro.*, 30 octobre 1910, n° 20.
- RICHTER (Charles). — *Physiologie des muscles et des nerfs*. Paris, 1882.
- ROMEUF. — Interprétation différentielle diastolique d'après les courbes isullographiques. Réaction de l'aorte aux chocs du cœur. *Thèse de Paris*, 1922.
- ROUILLARD. — Le Métabolisme basal. *Presse médicale*, 1921, p. 205.
- RYFFEL. — Experiment on lactic acid formation in man. *Journ. of Physiol.*, 1910.
- SCALFATI. — Alcuni fenomeni che l'affaticamento produce sul sangue e sulle infezioni (*Riforme Med.*, tome XVIII, 1912).
- SPEATH. — The problem of fatigue. *The Journ. of Ind. Hygien.*, vol. I, n° 1, may 1909 (contient toute la bibliographie de la question).
- STÉVENIN et LABBÉ. — Technique de la mesure des échanges; Respirations; Métabolisme basal. *Gazette des Hôpitaux*, 1922, p. 842.
- STONER. — Notes on basal metabolism, chemical interpretation (*Boston Med. and Chirurg. Journ.*, 16 août 1923).
- TELDMANN and HILL. — The influence of the oxygen inhalation on the lactic acid production during hard work. *Am. Journ. of Physiol.*, 1911.
- VIALE. — Elimination du chlorure sodique au moyen de la sueur dans la fatigue (*Arch. Italiennes de Biol.*, 1913).



